

5AF-O01: ผลของการเตรียมหอมแดงก่อนการทอดและระดับปริมาณไขมัน ที่เป็นของแข็งของน้ำมันผสมต่อคุณภาพของหอมแดงทอด

Effect of shallot pretreatment methods and solid fat content of oil blends on
quality of deep-fried shallot

นัยวิท เจริญนนท์^{1*} และ นันทิพย์ คชประดิษฐ์¹
Naiyawit Chalermnon^{1*} and Namtip Khotchapradit¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผลของการใช้น้ำมัน และ วิธีการเตรียมหอมแดงสดแบบต่าง ๆ ก่อนการทอด ต่อคุณภาพของหอมแดงภายหลังการทอด การศึกษาทำโดยการทอดหอมแดงด้วยน้ำมันเดี่ยวและน้ำมันผสมที่มีปริมาณของแข็งใน น้ำมันแตกต่างกัน ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง (1 ต่อ 1 โดยปริมาตร) น้ำมันดอกทานตะวัน ผสมน้ำมันคาโนลา (1 ต่อ 1 โดยปริมาตร) ร่วมกับการเตรียมหอมแดงก่อนการทอดแบบต่าง ๆ ได้แก่ การแช่หอมแดงในสารละลายกัวกัม เข้มข้นร้อยละ 1 กลีเซอรอลเข้มข้นร้อยละ 1 สารละลายแป้งอเนกประสงค์เข้มข้นร้อยละ 10 การอบแห้งเพื่อลดความชื้น และการแช่ เยือกแข็ง -20 องศาเซลเซียส หลังจากทำการทอดหอมแดงที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 9 นาที เมื่อทำการศึกษสมบัติของ หอมแดงทอด พบว่าการเตรียมหอมแดงก่อนการทอดด้วยวิธีต่าง ๆ ส่งผลให้หอมแดงหลังการทอดมีปริมาณความชื้น การร่อนน้ำมัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การอบแห้งหอมแดงก่อนทอดส่งผลให้หอมแดงหลังทอดมีความชื้นมีแนวโน้มลดลง และทำให้มี ปริมาณไขมันหลังการทอดลดลงด้วย หลังการทอดหอมแดงด้วยน้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันถั่วเหลืองทำให้หอมแดงทอดมีสมบัติใกล้เคียง กับหอมแดงที่ทอดด้วยน้ำมันมะพร้าว การใช้น้ำมันผสมส่งผลให้หอมทอดมีการร่อนน้ำมันลดลง และมีความกรอบมากขึ้น

คำสำคัญ: หอมแดง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันผสม กัวกัม กลีเซอรอล ไฮโดรคอลลอยด์

Abstract

This study aimed to find out the effects of oil types and fresh shallot preparation methods on fried shallot after frying. A study of deep frying shredded shallots with different oils and oil blends including palm oil, coconut oil, coconut oil mixed with soybean oil (1:1, v/v), and sunflower oil mixed with canola oil (1:1, v/v) in combination with different shallots preparation before frying such as submerging in guar gum solution (1% wt), glycerol (1% wt), all-purpose flour solution (10% wt), drying in hot air oven to reduce the moisture content and freezing at -20 degree Celsius prior to frying was carried out. The results found that the differences in preparation methods resulted in fried shallot with significantly differences in properties including the reduction in moisture and fat content in the finish products. Drying shallot before frying resulted in the fried shallots with low moisture content as well as oil absorption content. After frying the prepared shallots by 9 minutes at 135 degrees Celsius, the use of coconut oil and soybean oil mixture gave the fried shallot with the quality similar to fried shallot fried with coconut oil. The use of oil mixture resulted in fried shallot with lower oil content with higher crispiness.

Keywords: Shallot, Coconut oil, Oil blends, Guar gum, Glycerol, Hydrocolloids

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvannabhumi

* Corresponding author. E-mail: naiyawit.c@rmutsb.ac.th

บทนำ

หอมแดงเจียว เป็นหอมแดงที่นำมาทอดในน้ำมันจนมีสีเหลือง หอมเจียวเป็นของทอดที่นิยมใช้บริโภคพร้อมเนื้อสัตว์ทอด เช่น ไก่ทอด หรือ หมูทอด หรือไว้ใช้โรยหน้าขนมไทย กระบวนการผลิตโดยทั่วไปในการเจียวเริ่มจากการซอยหัวหอมให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ คลุกกับน้ำมันและแป้งเอนกประสงค์ แล้วนำไปทอดในน้ำมันร้อนจนได้ความสุกระดับที่ต้องการ จะเห็นได้ว่าวิธีการผลิตหอมเจียวไม่มีความยุ่งยากแต่หอมเจียวที่ได้ยังมีคุณภาพที่ไม่ดีมากนัก โดยภายหลังจากการทอดไม่นานนักจะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนตัวลง มีสีที่ไม่สม่ำเสมอ และ มีการอมน้ำมันที่มาก และ อาจมีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นได้หลังจากการเก็บรักษา ในปัจจุบันมีการตระหนักถึงผลเสียของการบริโภคอาหารที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบมากเช่นของทอด น้ำมันในของทอดอาจเป็นสาเหตุของโรคหัวใจ หรือโรคเมตาบอลิกชนิดต่าง ๆ ได้ การผลิตอาหารทอดให้มีปริมาณน้ำมันที่น้อยจึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ชอบบริโภคอาหารทอดให้มีความปลอดภัยขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ของทอดแล้ว คุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสเป็นลักษณะคุณภาพที่สำคัญที่กำหนดถึงการยอมรับของผลิตภัณฑ์ของทอด ทั้งนี้หลังจากการทอดผลิตภัณฑ์สุดท้ายควรต้องมีความสมบูรณ์ของโครงสร้างให้มากที่สุดเพื่อให้เกิดการยอมรับในระดับที่สูง (Tanushree Maity, Bawa, & Raju, 2018) คุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ของทอดนอกจากจะขึ้นกับปัจจัยทางด้านชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดแล้ว เวลา อุณหภูมิที่ต้องใช้ในระหว่างการทอด และ องค์ประกอบและโครงสร้างของตัววัตถุดิบเองก็มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังจากการทอดเช่นกัน

การเตรียมหรือแปรรูปวัตถุดิบเบื้องต้นที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับโครงสร้างของเซลล์พืชที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังทอดให้แตกต่างกันออกไปด้วยเช่นกัน กระบวนการเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้นก่อนการทอดผลิตภัณฑ์มีหลายวิธีได้แก่ การลวก การแช่ในสารละลาย การอบแห้ง การแช่แข็ง และการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ เป็นต้น (Tanushree Maity et al., 2018) ซึ่งแต่ละวิธีจะให้ผลต่อผลิตภัณฑ์ของทอดแตกต่างกันออกไป ในมันฝรั่งที่มีการลวกก่อนการทอด มันฝรั่งจะมีการดูดน้ำมันที่น้อยลงภายหลังจากการทอดแล้ว (Moyano & Pedreschi, 2006) ในปัจจุบันมีการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ในอาหารทอดเพื่อลดการดูดน้ำมันของอาหารทอดหลังจากการทอดแล้ว (Varela & Fiszman, 2011) ในการทอดขนุนแผ่น การใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ในการเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้นให้ผลดีในการลดอัตราการอมน้ำมันของขนุนภายหลังจากการทอดได้ นอกจากนี้ยังมีผลในการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังการทอดได้ด้วย (T Maity, Bawa, & Raju, 2015) Fan และคณะ (2006) กล่าวถึงการทำให้แห้งหรือการแช่แข็งวัตถุดิบก่อนการทอดว่าสามารถปรับปรุงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์หลังการทอดได้ การทำให้แห้งหรือการแช่เยือกแข็งวัตถุดิบก่อนการทอดยังสามารถช่วยลดอัตราการดูดน้ำมันในตัวผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการทอดแล้วได้ระดับหนึ่ง (Tanushree Maity et al., 2018) ดังนั้นการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ในการทอดหอมแดง เช่น ชนิดของน้ำมันที่ใช้ในการทอด ผลของวิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการทอดได้แก่ การลวก การแช่แข็ง การทำให้แห้ง จึงน่าจะทำให้ได้องค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อทำการผลิตหอมแดงทอดที่มีคุณภาพที่ดีต่อไปได้

ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันของน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนที่สูงกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวในน้ำมันที่มีปริมาณของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงจะเกิดการออกซิไดซ์ทำให้เกิดสารประกอบที่มีองค์ประกอบจากเดิม การใช้น้ำมันสำหรับทอดที่มีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อย เช่น น้ำมันมะพร้าว จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันที่น้อยในน้ำมันหลังจากการทอดแล้ว น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil) เป็นน้ำมันมะพร้าวที่ใช้กระบวนการสกัดโดยไม่ใช้ความร้อนสูง หรือ สารเคมี หรือเป็นน้ำมันที่สกัดด้วยวิธีตามธรรมชาติจากเนื้อมะพร้าวโดยหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนสูง หรือ สารเคมี ในกระบวนการผลิต ลักษณะโดยทั่วไปของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะใส ไม่มีสี มีกลิ่นอ่อน ๆ ที่เป็นกลิ่นเฉพาะตัวของน้ำมันชนิดนี้ ในน้ำมันมะพร้าว

สกัดแบบบริสุทธิ์จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และวิตามินอีอยู่มาก ซึ่งจะส่งผลดีเมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกาย (Nacz & Shahidi, 2004; Nevin & Rajamohan, 2006) ในการเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ในการทอดอาหารที่อุณหภูมิ 170°C นานติดต่อกัน 5 วัน น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นน้ำมันที่มีความทนต่อการเสื่อมเสียจากการเกิดออกซิเดชันได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มโอเลอิน และ น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (Refined) การฟอกสี (Bleached) และกำจัดกลิ่น (Deodorized) (Koh & Long, 2012)

การทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep frying) เป็นวิธีการทอดอาหารแบบหนึ่งที่ยอมรับกันมากวิธีหนึ่ง วิธีการทอดแบบนี้อาหารที่ถูกทอดจะถูกทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิประมาณ 170-180°C เป็นเวลานานระยะหนึ่ง ซึ่งในระหว่างการทอดอาหารก็จะสัมผัสกับออกซิเจนและไอน้ำที่มีในบรรยากาศขณะทอด ซึ่งจะทำให้อาหารที่ถูกทอดมีการเปลี่ยนแปลงด้านกลีนาส กลิ่น สี คุณค่าทางอาหาร ที่แตกต่างกันออกไปได้หลังการทอด (Stevenson, Vaisey-Genser, & Eskin, 1984) ในการทอดการผสมน้ำมันชนิดหนึ่งกับน้ำมันอีกชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดจะทำให้สมบัติของน้ำมันผสมเปลี่ยนไปจากเดิม การที่น้ำมันมีปริมาณกรดโอเลอิกที่สูงมีผลทำให้น้ำมันมีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติระหว่างการทอดได้มากกว่าน้ำมันที่มีปริมาณของกรดโอเลอิกที่น้อยกว่า (Marmesat, Morales, Velasco, & Carmen Dobarganes, 2012) การผสมน้ำมันมีผลทำให้ค่าของปริมาณไขมันที่เป็นของแข็ง (solid fat content) ในน้ำมันผสมเปลี่ยน และแตกต่างจากน้ำมันเดี่ยว ๆ ก่อนทำการผสม จากการผสมน้ำมันมะพร้าวซึ่งปกติมีปริมาณไขมันที่เป็นของแข็งระหว่างร้อยละ 92-94 กับน้ำมันชนิดอื่น จะทำให้ปริมาณของไขมันที่เป็นของแข็งในน้ำมันผสมมีค่าลดลง เช่น การผสมน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันคาโนลา หรือ กับน้ำมันดอกทานตะวัน หรือ กับน้ำมันถั่วเหลือง ด้วยอัตราส่วนในการผสมเท่ากับ 1 ต่อ 1 จะทำให้น้ำมันหลังจากการผสมมีค่าของไขมันที่เป็นของแข็งเปลี่ยนไปเป็นร้อยละ 44 หรือ 53 หรือ 60 ตามลำดับ (Chandrashekar, Lokesh, & Gopala Krishna, 2010; Soares et al., 2012) ในน้ำมันที่มีปริมาณของไขมันที่เป็นของแข็งอยู่สูงจะมีความคงตัวของน้ำมันที่น้อยกว่าน้ำมันที่มีปริมาณของไขมันที่เป็นของแข็งที่มากกว่าเมื่อใช้ทอดอาหารด้วยอุณหภูมิที่สูง สำหรับผลิตภัณฑ์ของทอดแล้ว คุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสเป็นลักษณะคุณภาพที่สำคัญที่กำหนดถึงการยอมรับของผลิตภัณฑ์ของทอด ทั้งนี้หลังจากการทอดผลิตภัณฑ์สุดท้ายควรต้องมีความสมบูรณ์ของโครงสร้างให้มากที่สุดเพื่อให้เกิดการยอมรับในระดับที่สูง (Tanushree Maity et al., 2018) คุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ของทอดนอกจากจะขึ้นกับปัจจัยทางด้านเวลาและอุณหภูมิที่ต้องใช้ระหว่างการทอดแล้ว ยังขึ้นกับองค์ประกอบและโครงสร้าง ได้แก่ การเป็นรูพรุน (porosity) และ ความเป็นแป้ง (starchiness) ของตัววัตถุดิบที่จะใช้ทอดด้วย

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผลของการใช้น้ำมันแบบต่าง ๆ และ วิธีการเตรียมวัตถุดิบต่าง ๆ ก่อนการทอด ที่มีต่อคุณภาพของหอมแดงหลังการทอด

วิธีการศึกษา

1. อุปกรณ์ และเครื่องมือ อุปกรณ์

1.1 วัตถุดิบ

1.1.1 หอมแดง จากตลาดแกรนด์ ต.ธนู อ.อุทัย จ.พระนครศรีอยุธยา

1.1.2 น้ำมันถั่วเหลือง (องุ่น) น้ำมันปาล์ม (ดอกบัว) น้ำมันมะพร้าว (Naturel) น้ำมันดอกทานตะวัน (Naturel) น้ำมันคาโนลา (Naturel)

1.1.3 แป้งเอนกประสงค์ (ว่าว)

1.1.4 กัวกัม (กรุงเทพเคมี)

1.1.5 กลีเซอรอล (กรุงเทพเคมี)

1.1.6 สารเคมี ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (C_6H_{14}) (J.T. Baker, India) สารละลายผสมของแอลกอฮอล์เบนซีน ฟีนอล์ฟทาซีน โซเดียมไฮดรอกไซด์ เอทานอล กรดอะซิติก คลอโรฟอร์ม โปแตสเซียมไฮโอไดด์ โซเดียมไฮโอซัลเฟต โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ กรดไฮโดรคลอริก คลอโรเฮกเซน สารละลาย Wijs และสารละลายน้ำแป้ง

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1.2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น มีด เขียง กระทะหลุมเนียม

1.2.2 เครื่องแก้ว และ อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการวิเคราะห์ทางเคมี

1.2.3 ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (FD 115, BINDER, Germany)

1.2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

1.2.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (ML204/1, METTLER TOLEDO, Switzerland)

1.2.6 เครื่องวัดสี (Ultra Scan VIS, Hunter Lab, USA)

1.2.7 ตู้แช่แข็ง -20°C (DENISE 200M, The cool company limited, China)

1.2.8 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer TAXT2, USA)

2. การเตรียมหอมแดง

ทำการเตรียมตัวอย่างหอมแดงโดยการล้างหอมแดงให้สะอาด ผึ่งให้แห้งทำการตัดแต่งส่วนที่เสียออก แล้วหั่นให้เป็นแผ่นบาง ๆ ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร หอมแดงที่หั่นฝอยแล้วจะถูกนำไปล้างด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 30 ส่วนในล้านส่วน (ppm) จากนั้นนำไปลวกในน้ำเดือดนาน 2 นาที แล้วทำให้เย็นโดยการแช่ในน้ำเย็นจัด นาน 3 นาที จากนั้นทำการซับน้ำออกจากด้วยกระดาษซับน้ำมัน เพื่อซับเอาน้ำภายนอกออกให้แห้ง ผึ่งตัวอย่างตากลมประมาณ 60 นาที เพื่อรอการทอดในลำดับต่อไป

3. การเตรียมตัวอย่างน้ำมัน

ทำการเตรียมน้ำมันสำหรับการทอดหอม 4 ชนิด ได้แก่ (1) น้ำมันมะพร้าว (2) น้ำมันปาล์ม (3) น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันถั่วเหลือง (อัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร) (น้ำมันเดี่ยวและน้ำมันหลังการผสมมีระดับของปริมาณไขมันที่เป็นของแข็ง (solid fat content) เท่ากับร้อยละ 94, 70, และ 60 ตามลำดับ (Chandrashekar *et al.*, 2010, Noor Lida *et al.*, 2007, Soares *et al.*, 2012)) และ (4) น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดอกทานตะวันและน้ำมันคาโนลา (อัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร) ซึ่งเป็นน้ำมันผสมที่เป็นตัวแทนน้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดทรานส์ต่ำ (Trans-fatty acids) หลังการทอด (Farag, El-Agaimey, & Abd El Hakeem, 2010)

4. การเตรียมหอมแดงก่อนการทอด

ทำโดยการเตรียมตัวอย่างหอมแดงก่อนการทอดด้วยวิธีการที่ต่างกันดังนี้

4.1 นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4.2 นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 1 คืน หรือ อย่างน้อย 12 ชั่วโมง

4.3 นำไปแช่ในสารละลายกัวกัมเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยใช้อัตราส่วนหอมแดง 100 กรัม ต่อสารละลายปริมาตร 650 มิลลิลิตร โดยแช่ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 นาที จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 20 นาที

4.4 นำไปแช่ในสารละลายกลีเซอรอลเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยใช้อัตราส่วนหอมแดง 100 กรัม ต่อสารละลายปริมาตร 650 มิลลิลิตร โดยแช่ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 นาที จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 20 นาที

4.5 นำไปแช่ในสารละลายแป้งเอนกประสงค์เข้มข้นร้อยละ 10 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยใช้อัตราส่วนหอมแดง 100 กรัม ต่อสารละลายปริมาตร 650 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 นาที จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 20 นาที

หลังจากผ่านการเตรียมหอมแดงก่อนการทอดในแต่ละแบบ หอมแดงถูกนำมาทอดโดยมีการควบคุมสภาวะระหว่างการทอด ได้แก่ ปริมาณหอมแดงและเวลาในการทอด ที่กำหนดให้เท่ากันในทุกหน่วยทดลอง (Figure 1) หอมแดงหลังการทอดถูกนำมาเปรียบเทียบสมบัติด้านต่าง ๆ ตามกำหนด

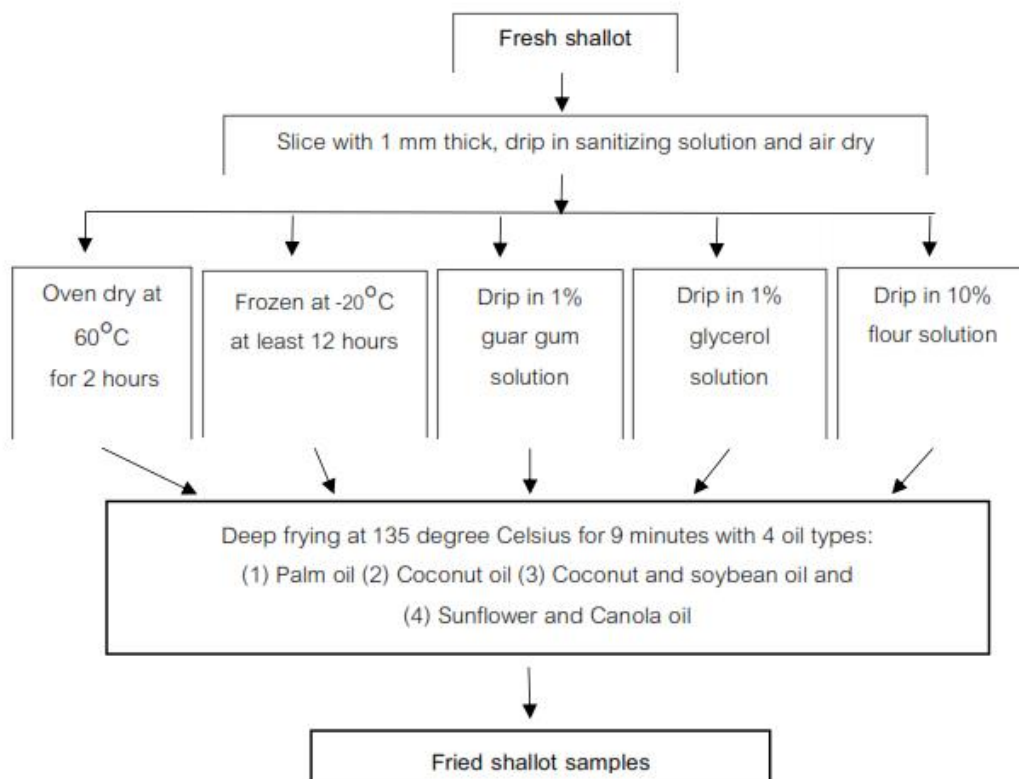


Figure 1 Summary of sample preparation

5. การวิเคราะห์คุณภาพหอมแดงทอดหลังทอด

5.1 ปริมาณความชื้น

อบถ้วยอลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยอลูมิเนียมให้ได้น้ำหนักประมาณ 2 ± 0.5 กรัม

อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที นำมาชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้ ทำซ้ำจนกว่าได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นตามสมการ

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times 100}{W}$$

โดยที่ a = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยอลูมิเนียมก่อนอบ (กรัม) b = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยอลูมิเนียมหลังการอบ (กรัม) และ W = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

5.2 การดูน้ำมันหลังการทอด

การวิเคราะห์อัตราการดูดน้ำมันระหว่างการทอด โดยการชั่งน้ำหนักหอมแดงทอด ลงในปิ๊กเกอร์ให้ได้ น้ำหนักประมาณ 2 ± 0.5 กรัม และบันทึกน้ำหนัก จากนั้นเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 20 มิลลิลิตร เทใส่ปิ๊กเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักหอมแดงทอด แล้วนำไปแช่เย็น เป็นเวลา 15-20 นาที แล้วทำออกมาใส่ปิ๊กเกอร์อีกใบที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว แล้วจากนั้นนำปิโตรเลียมอีเทอร์ 20 มิลลิลิตร เทใส่ปิ๊กเกอร์หอมแดงทอดอีกครั้ง แล้วนำไปแช่เย็น อีกครั้งเป็นเวลา 15-20 นาที แล้วนำออกมาเทใส่ปิ๊กเกอร์อีกครั้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักหลังอบที่แน่นอน

$$\text{ไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W}$$

โดยที่ W_1 = น้ำหนักปิ๊กเกอร์สำหรับวิเคราะห์ไขมันรวมไขมัน (กรัม) W_2 = น้ำหนักปิ๊กเกอร์สำหรับวิเคราะห์ไขมัน (กรัม) และ W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

5.3 ค่าสี

ทำโดยการวัดค่าสีของหอมแดงทอดด้วยเครื่อง UltraScan VIS (HunterLab, USA) โดยการวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ของตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างทดลอง ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสี และรายงานผลค่าความแตกต่างของค่าสีโดยรวม (total colour difference/Delta-E) (Melgosa, Trémeau, & Cui, 2013) โดยใช้การคำนวณด้วยสมการดังนี้ $\Delta E = ((L^* - L^*)^2 + (a^* - a^*)^2 + (b^* - b^*)^2)^{1/2}$

5.4 เนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ด้วยหัววัดเนื้อสัมผัสแบบ Cylinder ขนาด 36 มิลลิเมตร รหัส p/36 โดยใช้เงื่อนไขในการวัดที่ 75 เปอร์เซ็นต์ Strain และความเร็ว 30 มิลลิเมตรต่อวินาที

5.5 การคำนวณทางสถิติ

การวัดค่าทางเคมีและทางกายภาพจะทำการวัดค่าจากตัวอย่างอย่างน้อย 2 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ในกรณีที่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการเตรียมหอมแดงก่อนการทอดในสภาวะที่กำหนด ได้แก่ (1) อบลดความชื้น (2) แช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส (3) แช่ในสารละลายกัวกัมร้อยละ 1 (4) แช่ในสารละลายกลีเซอรอลร้อยละ 1 และ (5) แช่ในสารละลายน้ำแป้งร้อยละ 10 แล้วนำหอมแดงที่ผ่านการเตรียมไปทอด ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 9 นาที ด้วยน้ำมันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์มโอเลอิน น้ำมันผสมของน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันถั่วเหลือง และ น้ำมันผสมของน้ำมันดอกทานตะวันกับน้ำมันคาโนลา (อัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร) ทำการวิเคราะห์สมบัติของหอมแดงหลังการทอด ได้ผลตาม Table 1

จาก Table 1 หอมแดงหลังการทอดด้วยสภาวะการเตรียมร่วมกับการทอดด้วยน้ำมันแบบต่างกัน ส่งผลให้หอมแดงหลังการทอดมีสมบัติที่ต่างกัน โดยภาพรวมการเตรียมตัวอย่างหอมแดงก่อนการทอดด้วยวิธีการเตรียมแบบต่าง ๆ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติด้านความชื้นของหอมแดงทอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ต่อสมบัติด้านอื่น ๆ ได้แก่ การดูดน้ำมัน ความแตกต่างของสีก่อนและหลังการทอด และ ความกรอบของหอมทอด ในขณะที่เมื่อทำการทอดหอมแดงด้วยน้ำมันที่มีสมบัติต่างกัน จะส่งผลทำให้หอมแดงหลังการทอดให้มีการดูดน้ำมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของหอมแดงทอด แต่ส่งผลน้อยต่อความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่าสีก่อนและหลังการทอด และ ความกรอบของหอมทอด

จากการวิเคราะห์ค่าความชื้นของหอมแดงหลังการทอด ความแตกต่างของปริมาณความชื้นของหอมแดงหลังการทอดเป็นผลจากการเตรียมหอมแดงโดยการอบแห้ง หรือ การแช่แข็ง มากกว่าการเตรียมหอมแดงทอดโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ การอบแห้งส่งผลให้ความชื้นของหอมทอดลดลงสำหรับน้ำมันทุกชนิดที่ทำการทอด หลังการทอดหอมแดงด้วยน้ำมันมะพร้าว หอมทอดที่มีความชื้นมากที่สุด คือหอมแดงที่เตรียมโดยใช้สารละลายกัวกัมร้อยละ 1 โดยมีความชื้นร้อยละ 6.29 การใช้กลีเซอรอลร้อยละ 1 แป้งอเนกประสงค์ร้อยละ 10 แช่แข็ง -20 องศาเซลเซียสมีความชื้นร้อยละ 5.61 4.38 และ 4.20 ตามลำดับ สำหรับอบแห้งทำให้หอมทอดมีความชื้นหลังการทอดเพียงร้อยละ 3.30 ทั้งนี้การอบแห้งก่อนการทอดทำให้ความชื้นหลังทอดลดลงมากกว่าหน่วยการทอดลงอื่น ๆ เพราะมีผลทำให้มีความชื้นเริ่มต้นก่อนการทอดน้อยลง ทำให้ระหว่างการทอดความชื้นระเหยออกไปได้เร็ว ปริมาณของแข็งในน้ำมันต่างชนิดกันส่งผลต่อปริมาณความชื้นของหอมแดงหลังทอดแตกต่างกัน ทั้งนี้พบว่าเมื่อปริมาณของแข็งในน้ำมันมีค่ามาก เช่น น้ำมันมะพร้าว ค่าความชื้นของหอมแดงหลังการทอดจะมีมากกว่าหอมแดงที่ทอดด้วยน้ำมันที่มีปริมาณของแข็งต่ำกว่า จากการที่ความชื้นมีผลต่ออาหารทอด โดยถ้าความชื้นในอาหารมีมากจะทำให้อาหารทอดนั้นมีกลิ่นหืนได้ง่าย และทำให้เกิดการเสื่อมเสียทางกายภาพได้ อาหารทอดจึงควรต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนักหลังการทอด

Table 1 Properties of Fried shallot prepared with different pre-treatment methods after frying at 135 degree Celsius for 9 minutes

Oil types	Preparation methods	Moisture (%)	Fat absorption (%)	Delta-E	Texture N.m.
Palm	glycerol	2.87±0.39 ^{ef}	47.62±1.19 ^{cd}	55.63±3.63	422.67±5.77
Coconut	glycerol	5.61±0.30 ^{ab}	53.01±1.07 ^{abc}	49.69±2.50	516.01±1.08
Sunflower and Canola	glycerol	2.05±0.72 ^{ghi}	44.35±2.66 ^d	55.19±3.77	326.01±5.59
Coconut and Soybean	glycerol	2.31±0.26 ^{efghi}	44.64±0.55 ^d	55.09±3.18	533.39±9.82
Palm	guar gum	5.21±0.43 ^{abc}	56.35±0.44 ^a	49.76±0.28	426.01±3.46
Coconut	guar gum	6.29±0.07 ^a	53.37±0.39 ^{abc}	52.88±2.43	507.57±1.15
Sunflower and Canola	guar gum	5.05±0.08 ^c	49.05±1.04 ^{bcd}	49.54±4.33	456.01±1.45
Coconut and Soybean	guar gum	5.12±0.04 ^{abc}	53.62±0.58 ^{abc}	51.74±0.65	517.80±0.58
Palm	flour solution	2.63±0.19 ^{efg}	52.68±0.11 ^{abc}	50.55±0.57	518.92±0.58
Coconut	flour solution	4.38±0.11 ^{cd}	53.78±1.37 ^{abc}	53.75±1.07	522.62±2.31
Sunflower and Canola	flour solution	2.05±0.15 ^{ghi}	51.23±1.07 ^{abc}	52.23±1.25	510.26±3.46
Coconut and Soybean	flour solution	2.32±0.01 ^{efghi}	51.64±0.17 ^{abc}	51.86±1.84	567.28±0.67
Palm	oven dry	1.61±0.61 ^{ghi}	52.87±0.99 ^{abc}	52.28±0.72	464.38±1.00
Coconut	oven dry	3.30±0.23 ^d	54.52±1.57 ^{ab}	44.70±2.58	510.56±0.47
Sunflower and Canola	oven dry	1.19±0.46 ⁱ	50.64±0.91 ^{abcd}	50.22±2.30	434.95±1.63
Coconut and Soybean	oven dry	1.30±0.30 ^{hi}	51.85±0.72 ^{abc}	43.35±0.19	470.62±0.58
Palm	frozen	2.77±0.52 ^{efg}	53.08±1.65 ^{abc}	51.60±2.30	416.00±0.02
Coconut	frozen	4.20±0.59 ^{cd}	54.93±1.32 ^{ab}	54.35±1.58	414.62±0.58
Sunflower and Canola	frozen	2.08±0.18 ^{ghi}	44.31±0.60 ^d	48.86±2.41	510.56±3.87
Coconut and Soybean	frozen	2.41±0.07 ^{efgh}	47.94±0.54 ^{cd}	51.61±1.50	427.62±1.51
F Test		**	**	ns	ns

ปริมาณของไขมันในอาหารทอดเป็นสิ่งสำคัญของอาหารทอดถ้าค่าไขมันมากจะส่งผลต่อคุณภาพของอาหารทอด และส่งผลต่อสุขภาพทำให้ได้รับไขมันเพิ่มมากขึ้น จากผลการหาปริมาณไขมันจากหอมแดงหลังการทอดเพื่อวิเคราะห์การดูดน้ำมันของหอมแดงขณะทำการทอด พบว่าเมื่อค่าของแข็งในน้ำมันมากจะส่งผลให้หอมแดงทอด มีปริมาณไขมันในตัวอย่างหอมแดงสูงไปด้วย เมื่อทำการทอดหอมแดงด้วยน้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณของแข็งในไขมันสูงร้อยละ 94 ส่งผลให้หอมแดงหลังการทอดมีปริมาณน้ำมันสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากน้ำมันชนิด

อื่น ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อปริมาณของแข็งในน้ำมันลดลง ปริมาณน้ำมันในหอมแดงหลังการทอดจะมีค่าลดลงไปด้วย ทั้งนี้หอมแดงทอดที่มีการดูดน้ำมันน้อยสุด คือหอมทอดที่ทอดด้วยน้ำมันที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ได้แก่ น้ำมันดอกทานตะวันผสมน้ำมันคาโนลา สำหรับหอมทอดที่ได้จากหอมแดงที่ใช้วิธีการเตรียมแตกต่างกันไม่ได้ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการดูดน้ำมันระหว่างการทอดของหอมแดง ($p > 0.05$) จากผลการศึกษา การแช่หอมแดงในสารละลายกัวกัม หรือ การอบลดความชื้น ส่งผลทำให้หอมแดงหลังการทอดยังมีปริมาณน้ำมันสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเตรียมหอมแดงด้วยการแช่แข็ง หรือ การแช่ในสารละลายกลีเซอรอล โดยการเตรียมหอมแดงโดยวิธีการแช่แข็ง หรือการแช่ในสารละลายกลีเซอรอลมีแนวโน้มทำให้มีการดูดน้ำมันเข้าไปในเนื้อของหอมทอดได้ลดลง โดยการดูดน้ำมันมีน้อยที่สุดในหอมทอดที่มีการเตรียมด้วยกลีเซอรอล

จากการวัดค่าสีเพื่อนำมาหาค่าความแตกต่างของค่าสีของหอมแดงหลังทอด โดยใช้ตัวอย่างหอมทอดที่ทอดด้วยน้ำมันมะพร้าวเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ พบว่าทั้งชนิดของน้ำมัน และ ความแตกต่างของการเตรียมหอมแดงก่อนการทอดส่งผลต่อความแตกต่างของค่าสีน้อยมาก โดยพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติสำหรับความแตกต่างของค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ตัวอย่างที่มีการอบลดความชื้น เป็นตัวอย่างที่มีความแตกต่างของค่าสีน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับตัวอย่างหอมทอดที่เตรียมด้วยวิธีการอื่น ในขณะที่การทอดหอมแดงด้วยน้ำมันต่างชนิดกัน ไม่ได้ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าสีทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้วยเช่นกัน

เมื่อทำการวัดค่าเนื้อสัมผัสของหอมแดงหลังทอด โดยวัดแรงต้านการกดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่าทั้งชนิดของน้ำมัน และ ความแตกต่างของการเตรียมก่อนการทอด ไม่ได้ทำให้เกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามหอมทอดที่ทอดด้วยน้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง เป็นหอมทอดที่มีแรงต้านการกดมากที่สุด จากการเปรียบเทียบวิธีการเตรียมหอมแดงแบบต่าง ๆ การแช่หอมแดงในน้ำแข็ง ส่งผลให้หอมแดงหลังการทอดมีค่าแรงต้านการกดสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเตรียมหอมแดงด้วยวิธีอื่น

สรุป

การทอดหอมแดงด้วยน้ำมันที่มีปริมาณของแข็งต่างกัน ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง และ น้ำมันดอกทานตะวันผสมน้ำมันคาโนลา ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำมันในหอมแดงหลังการทอด โดยน้ำมันที่มีปริมาณของแข็งในน้ำมันมากที่สุดจะทำให้ได้หอมทอดที่มีปริมาณน้ำมันสูงสุด การใช้ไขมันผสมของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลือง ทำให้หอมแดงทอดมีความกรอบ

ผลจากการเตรียมหอมแดงก่อนการทอด ได้แก่ การอบแห้งลดความชื้น การแช่แข็ง การแช่ในสารละลายกัวกัม กลีเซอรอล และ สารละลายแป้งอเนกประสงค์ ส่งผลต่อปริมาณความชื้นของหอมแดงหลังการทอดเป็นหลัก ทั้งนี้การใช้สารละลายแป้งในการเตรียมหอมแดงส่งผลให้หอมทอดมีความกรอบมากกว่าวิธีการอื่น การแช่หอมแดงในสารละลายกลีเซอรอล ส่งผลให้หอมแดงทอดมีการอมน้ำมันน้อยลง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือร่วมใจกันทำงาน การศึกษาค้นคว้าข้อมูล การดำเนินงานวิจัยของทีมวิจัยประกอบด้วยนางสาวน้ำทิพย์ คุปประดิษฐ์ นางสาวศิริลักษณ์ เครือศรี และ นางสาวศุภราภรณ์ ทรัพย์ผุด ที่ให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัยจากกองทุนส่งเสริมงานวิจัยเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chandrashekar, P., Lokesh, B. R., & Gopala Krishna, A. G. (2010). Hypolipidemic effect of blends of coconut oil with soybean oil or sunflower oil in experimental rats. *Food Chemistry*, 123(3), 728-733.
- Fan, L.-p., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2006). Effect of various pretreatments on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Drying Technology*, 24(11), 1481-1486.
- Farag, R. S., El-Agaimy, M. A., & Abd El Hakeem, B. S. (2010). Effects of mixing canola and palm oils with sunflower oil on the formation of trans fatty acids during frying. *Food and Nutrition Sciences*, 1(01), 24.
- Koh, S., & Long, K. (2012). Oxidative stability study of virgin coconut oil during deep frying. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.*, 40(1), 35-44.
- Maity, T., Bawa, A., & Raju, P. (2015). Use of hydrocolloids to improve the quality of vacuum fried jackfruit chips. *International Food Research Journal*, 22(4).
- Maity, T., Bawa, A. S., & Raju, P. S. (2018). Effect of preconditioning on physicochemical, microstructural, and sensory quality of vacuum-fried jackfruit chips. *Drying Technology*, 36(1), 63-71.
- Marmesat, S., Morales, A., Velasco, J., & Carmen Dobarganes, M. (2012). Influence of fatty acid composition on chemical changes in blends of sunflower oils during thermoxidation and frying. *Food Chemistry*, 135(4), 2333-2339.
- Melgosa, M., Trémeau, A., & Cui, G. (2013). Colour Difference Evaluation. In C. Fernandez-Maloigne (Ed.), *Advanced Color Image Processing and Analysis* (pp. 59-79). New York, NY: Springer New York.
- Moyano, P. C., & Pedreschi, F. (2006). Kinetics of oil uptake during frying of potato slices:: Effect of pre-treatments. *LWT - Food Science and Technology*, 39(3), 285-291.
- Naczki, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1), 95-111.
- Nevin, K. G., & Rajamohan, T. (2006). Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats. *Food Chemistry*, 99(2), 260-266.
- Soares, F. A. S. D. M., da Silva, R. C., Hazzan, M., Capacla, I. R., Viccola, E. R., Maruyama, J. M., & Gioielli, L. A. (2012). Chemical interesterification of blends of palm stearin, coconut oil, and canola oil: Physicochemical properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(6), 1461-1469.
- Stevenson, S. G., Vaisey-Genser, M., & Eskin, N. A. M. (1984). Quality control in the use of deep frying oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61(6), 1102-1108.
- Varela, P., & Fiszman, S. M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1801-1812.